

# Prävention der nosokomialen Pneumonie

## Mitteilung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut

### Hintergrund

Eine Pneumonie ist als nosokomial zu bezeichnen, wenn sie im Krankenhaus erworben wurde [1, 2, 3]; dieses Kriterium wird als erfüllt betrachtet, wenn die Pneumonie zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme weder vorhanden noch in Inkubation war. Pneumonien, die unter maschineller Beatmung auftreten, bilden die Subgruppe der sogenannten beatmungsassoziierten Pneumonien. Sowohl in den USA als auch in Europa ist die Pneumonie die zweit- bzw. dritthäufigste nosokomiale Infektion insgesamt [4, 5]; bei intensivmedizinisch betreuten Patienten steht sie sogar an der Spitze aller nosokomialen Infektionen [6, 7]. Von entscheidender Bedeutung ist neben der Häufigkeit der Pneumonie die mit ihr einhergehende Morbidität und Letalität [8, 9, 10] sowie die verlängerte Krankenhausverweildauer [11]; unter allen nosokomialen Infektionen ist die Pneumonie am häufigsten mit einem tödlichen Verlauf verbunden. Es konnte gezeigt werden, dass das Auftreten einer beatmungsassoziierten Pneumonie unabhängig von anderen Risikofaktoren zu einer Steigerung der Letalität um bis zu 30% führt [12, 13].

Von einer nosokomialen Pneumonie besonders bedroht sind Patienten, die folgende Charakteristika aufweisen [6, 14, 15]:

- ▶ Alter unter einem oder über 65 Jahre,
- ▶ vorbestehende schwere Grunderkrankungen, die zu einer Reduktion der Immunabwehr und/oder des Bewusstseins führen,
- ▶ Vorerkrankungen des Respirationstrakts,
- ▶ thorakale oder abdominelle operative Eingriffe und
- ▶ insbesondere die Notwendigkeit maschineller Beatmung.

Ein gemeinsames Merkmal dieser Patienten ist eine Einschränkung primärer Abwehrmechanismen, wodurch eine Besiedelung des Oropharynx mit pathogenen Mikroorganismen anstelle der natürlichen Flora begünstigt wird [16, 17].

Als weiterer wesentlicher Mechanismus ist die Beeinträchtigung der laryngealen Schutzreflexe zu sehen; daraus resultierende Aspirationsereignisse lassen die oft pathologisch veränderte oropharyngeale Flora gehäuft in hoher Keimzahl in die tiefen Atemwege gelangen.

Angesichts der Ergebnisse amerikanischer Untersuchungen [18, 19, 20, 21], die eine bis zu 30%ige Reduktion nosokomialer Infektionen durch konsequente Einhaltung hygienischer Basismaßnahmen zeigte, besitzen Händehygiene, korrekte Desinfektion von Zubehör etc. einen hohen Stellenwert [22]. Darüber hinaus richtet sich das Augenmerk bei der Prävention nosokomialer Pneumo-

nien vermehrt auf die Vermeidung einer Fehlbesiedelung des Oropharynx und oberen Gastrointestinaltrakts, die Reduktion von Makro- und Mikroaspirationen sowie nicht zuletzt auf Strategien zur Vermeidung von invasiven Maßnahmen, die die körpereigene Abwehr kompromittieren [23].

Die Einteilung der nachfolgenden Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut zur Prävention der nosokomialen Pneumonie erfolgte nach Kategorien I A, I B, II, III und IV.

### 1 Prävention der postoperativen Pneumonie

#### 1.1 Basismaßnahmen

Die hygienische Händedesinfektion ist nach wie vor die wichtigste Präventivmaßnahme zur Verhütung von Beatmungspneumonien.

Eine hygienische Händedesinfektion ist durchzuführen

- ▶ vor und nach jedem Kontakt mit Trachealtubus, Tracheostoma oder Beatmungszubehör (I A),
- ▶ nach jedem Kontakt mit Schleimhäuten, respiratorischem Sekret oder Gegenständen, die mit respiratorischem Sekret kontaminiert sind (I A),

- ▶ bei Kontakt mit Schleimhäuten, respiratorischem Sekret oder Gegenständen, die mit respiratorischem Sekret kontaminiert sind, sind keimarme Einmalhandschuhe zu tragen (IV).

## 1.2 Präoperative Reduktion endogener Risiken

Potentiell beeinflussbare endogene Risikofaktoren [24] für eine nosokomiale Pneumonie stellen folgende Fakten dar: chronische Lungen- und Atemwegserkrankungen sowie Rauchen [25, 26, 27, 28, 29, 30], Schweregrad der Grunderkrankung [27, 29, 31, 32], schlechter Ernährungszustand [27, 33, 34, 35] und immunsuppressive Therapie [29, 36, 37]. Daraus ergeben sich die wichtigsten präoperativen Maßnahmen zur Prävention der postoperativen Pneumonie. Die präoperative Vorbereitung sollte nach Möglichkeit ambulant durchgeführt werden, da mit der Dauer der Hospitalisierung das Risiko der nosokomialen Pneumonie wächst [27, 37].

- ▶ Die präoperative Vorbereitung ist nach Möglichkeit ambulant durchzuführen (I B); sie besteht aus Vorbehandlung chronischer Atemwegserkrankungen (I B);
- ▶ präoperatives physikalisches Atemtraining bei Patienten mit eingeschränkter Lungenfunktion oder anderen Risiken (I B);
- ▶ Einstellen von Rauchgewohnheiten (I B);
- ▶ Therapie anderer prädisponierender Grunderkrankungen (I B);
- ▶ Optimierung des Ernährungszustands (I B);
- ▶ soweit möglich Reduktion oder Unterbrechung immunsuppressiver Medikationen (I B).

## 1.3 Perioperative Maßnahmen

### 1.3.1 Prämedikation

Beeinträchtigungen der Bewußtseinslage korrelieren mit einer erhöhten Aspirations- und Pneumonierate [26, 38]. Sedierende Medikamente könnten daher zu einer Steigerung des Pneumonierisikos beitragen [39].

- ▶ Sedativa zur Prämedikation sollten individuell dosiert werden, so dass ein ausreichender angstlösender Effekt ohne Beeinträchtigung der Bewußtseinslage erzielt wird (II).

### 1.3.2 Narkoseeinleitung und Intubation

- ▶ Bei der Narkoseeinleitung sind die erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung einer Aspiration zu ergreifen (I A);
- ▶ eine hygienische Händedesinfektion ist vor und nach Intubation vorzunehmen (I A);
- ▶ zur Intubation sind keimarme Einmalhandschuhe zu tragen (I A/IV);
- ▶ der Trachealtubus ist unter aseptischen Kautelen anzureichen (I A).

### 1.3.3 Narkoseausleitung und Extubation

- ▶ Vor Extubation ist es wichtig, im Oropharynx angesammeltes Sekret abzusaugen, um eine Aspiration zu vermeiden [40] (I A),
- ▶ hinsichtlich der Händehygiene siehe 1.3.2 (I A),
- ▶ sorgfältiges Absaugen von Sekret im Pharynx (I B).

### 1.3.4 Endotracheales Absaugen

Intraoperativ bzw. bei Ausleitung der Narkose wird falls erforderlich Trachealsekret abgesaugt; postoperativ ist beim nicht intubierten Patienten eine endotracheale Absaugung nur in Ausnahmefällen notwendig. Es gilt dabei eine exogene Kontamination der Atemwege soweit als möglich zu vermeiden.

- ▶ Eine hygienische Händedesinfektion ist vor und nach dem endotrachealen Absaugen vorzunehmen (I A);
- ▶ zum endotrachealen Absaugen sind keimarme Einmalhandschuhe zu tragen (I B/IV);
- ▶ für die endotracheale Absaugung sind sterile Absaugkatheter zu verwenden (I A);
- ▶ eine Kontamination des Absaugkatheters vor dem Einführen ist zu vermeiden (I A);
- ▶ bei einem Patienten kann innerhalb eines Absaugvorgangs derselbe Katheter mehrfach verwendet werden; zur Spülung ist dabei steriles Wasser zu verwenden (I A).

### 1.3.5 Maßnahmen zur Reduktion pathogener Mikroorganismen

Durch eine perioperative Antibiotikaprophylaxe kann die Rate postoperativer Wundinfektionen nach bestimmten Eingriffen gesenkt werden [41, 42]; die postoperative Pneumonierate wird jedoch nicht beeinflusst [40].

Bei Patienten mit kardiochirurgischen Eingriffen ließ sich durch eine oropharyngeale Spülung mit Chlorhexidin-Gluconat 0,12% eine signifikante Reduktion der postoperativen Pneumonierate erzielen [43]. Es fehlen bislang jedoch Untersuchungen, die es erlauben würden, die Patientengruppen einzugrenzen, für die eine solche Maßnahme empfohlen werden sollte.

- ▶ Eine Antibiotikaprophylaxe zur Prävention postoperativer Pneumonien ist nicht zu empfehlen (I A);
- ▶ der Wert einer perioperativen oropharyngealen Applikation von Schleimhautantiseptika ist unklar (III).

### 1.3.6 Narkosezubehör

Nach Inhalationsnarkosen ohne Beatmungsfilter beträgt die Kontaminationsrate von Narkoseschlauch- und Kreissystem [44, 45, 46, 47] 8 bis 13%. Lungenpathogene Erreger finden sich jedoch nur selten, eine Keimübertragung vom Patienten auf das Narkosesystem stellt also die Ausnahme dar [45]. Die Empfehlungen der CDC zur Verhütung der nosokomialen Pneumonie von 1994 sehen den routinemäßigen Einsatz von Beatmungsfiltern für Inhalationsnarkosen nicht vor [40]. Die Verwendung von Bakterienfiltern erscheint jedoch insofern sinnvoll, weil dadurch die Übertragung von Bakterien aus dem Beatmungssystem auf den Patienten praktisch ausgeschlossen werden kann; ein Wechsel der Beatmungsschläuche zwischen den Narkosen ist während eines Arbeitstages dann nicht erforderlich. Offen bleibt jedoch, wie weit virale Krankheitserreger durch Narkoseschläuche übertragen werden und ob eine mögliche Übertragung durch den Einsatz von Beatmungsfiltern zuverlässig vermieden werden kann. Ein Nachweis, dass durch Beatmungsfilter die postoperative Pneumonierate gesenkt werden könnte, fehlt bislang [40, 48] (III).

- Bei Einsatz von Bakterienfiltern ist das Narkoseschlauchsystem einmal täglich zu wechseln (II);
- bei Verzicht auf Bakterienfilter ist das Narkoseschlauchsystem zwischen dem Einsatz bei verschiedenen Patienten zu desinfizieren (I B);
- der Einsatz des Bakterienfilters erfolgt zwischen Trachealtubus und Y-Stück (I B);
- eine routinemäßige Desinfektion oder Sterilisation des Geräterinneren ist nicht erforderlich (IA);
- die Reinigung/Desinfektion von Ventilen und Kohlendioxidabsorber muss nicht häufiger als einmal pro Woche erfolgen (I B).

### 1.4 Postoperative Maßnahmen

#### 1.4.1 Behandlung endogener Risikofaktoren

In der postoperativen Phase stellt ähnlich wie präoperativ die effektive Behandlung von Grunderkrankungen den Schwerpunkt der Maßnahmen dar [40, 49]; im Vordergrund stehen dabei chronische Atemwegserkrankungen und alle Faktoren, die eine Einschränkung der Lungenfunktion verursachen, insbesondere thorakale oder abdominelle Eingriffe, Operationen im Kopf-Hals-Bereich sowie muskuloskeletale Anomalien des Thorax sind zu berücksichtigen [25, 26, 27, 29]. Nikotinkonsum und hohes Alter sind weitere Risikofaktoren [30, 38]. Darüber hinaus ist postoperativ auf eine adäquate Schmerztherapie zu achten [39, 40], um eine schmerzbedingte Einschränkung der Atemfunktion zu vermeiden und eine frühzeitige Mobilisation zu erleichtern. Ein gezielter Einsatz analgetischer Verfahren unter weitestmöglichem Verzicht auf sedierende Komponenten hilft das Risiko einer Aspiration gering zu halten [26, 38].

- Postoperativ sind die Patienten zum Abhusten und tiefen Atmen anzuleiten (I B);
- eine effektive medikamentöse und physikalische Therapie von Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen ist erforderlich (I B);
- intensivierte Atemtherapie unter krankengymnastischer Anleitung ist bei Risikopatienten durchzuführen (II);

- eine adäquate Schmerztherapie zur Vermeidung operationsbedingter atemabhängiger Beschwerden ist erforderlich (I B);
- nicht sedierende Verfahren zur Schmerzausschaltung sind zu bevorzugen (II);
- die Mobilisierung der Patienten ist postoperativ frühzeitig zu beginnen (I B).

#### 1.4.2 Zubehör zur postoperativen Inhalationsbehandlung bzw. Sauerstoffsufflation

In der postoperativen Betreuung kommen sowohl Vernebler zur endobronchialen Applikation von Medikamenten als auch Sauerstoffbefeuchter zum Einsatz. Es entstehen dabei Aerosole, die bei Kontamination der Systeme Keime in hoher Zahl enthalten können; werden diese vom Patienten eingeatmet, steigt das Pneumonierisiko erheblich. Eine Kontamination der Systeme sollte daher unbedingt vermieden werden.

- Eine hygienische Händedesinfektion ist vor Manipulation an Medikamentenverneblern oder Sauerstoffbefeuchtern durchzuführen (I A);
- Medikamentenvernebler sind nur mit sterilen Flüssigkeiten und unter sterilen Kautelen, Sauerstoffbefeuchter mit sterilem Aqua dest. zu füllen (I A);
- alle Anteile des Medikamentenverneblers sind bei Verwendung an einem Patienten täglich zu desinfizieren; Desinfektion vor jedem Wechsel zu anderen Patienten (I A);
- Sauerstoffbefeuchter (Schläuche, Wasserbehälter, Gasverteiler und Flowmeter) sind bei Verwendung an einem Patienten alle 48 h wiederaufzubereiten; ebenso vor Wechsel zu einem anderen Patienten (I B);
- die Desinfektion erfolgt vorzugsweise thermisch; Flowmeter werden mit alkoholischem Desinfektionsmittel abgewischt, da eine thermische Desinfektion nicht möglich ist (I B).

#### 1.4.3 Enterale Ernährung

Als prädisponierend für eine postoperative Aspiration und daraus folgende Pneumonie sind alle exogenen Einflüsse anzusehen, die den Schluckvorgang stören können und einen Reflux fördern; eine frühzeitige Entfernung von

Ernährungs sonden ist deshalb anzustreben [40]. Muss die Ernährung jedoch aus zwingenden Gründen über eine Sonde erfolgen, ist eine "Regurgitation" oder eine endotracheale Applikation von Sondennahrung auf jeden Fall zu vermeiden.

- Ernährungs sonden sind sobald als möglich zu entfernen (I B);
- eine Oberkörperhochlagerung von 30 bis 45° ist vorzunehmen, wenn keine Kontraindikation besteht (I B);
- die korrekte Lage der Ernährungs sonde ist vor jeder Nahrungszufuhr zu prüfen (I B);
- die Nahrungszufuhr ist an die Darmtätigkeit zu adaptieren (I B).

#### 1.4.4 Stressulkusprophylaxe

Als ursächlicher Mechanismus der nosokomialen Pneumonie werden die Besiedelung des Oropharynx mit Bakterien aus dem Verdauungstrakt und anschließende Mikroaspirationen diskutiert [39, 40, 50]; dies gilt insbesondere im Fall einer Stressulkusprophylaxe mit Antazida oder H<sub>2</sub>-Blockern, da ein Anstieg des pH-Werts des Magensafts über 4,0 das bakterielle Wachstum begünstigt [51, 52, 53]. Bei pH-Werten unter 3,4 bzw. unter Stressulkusprophylaxe mit Sucralfat fand sich in zwei Studien eine deutliche Reduktion der Inzidenz der Beatmungspneumonie [52, 53]; außerdem gibt es Hinweise für einen antibakteriellen Effekt von Sucralfat [54, 55, 56, 57]. In einer weiteren Untersuchung konnte jedoch hinsichtlich der Pneumonierate kein Vorteil für Sucralfat im Vergleich mit H<sub>2</sub>-Blockern gezeigt werden, es fand sich aber eine höhere Rate an intestinalen Blutungen unter Sucralfat [58]. Insgesamt ist die Relevanz des gastropulmonalen Refluxes für die Pneumonienentstehung nicht unumstritten [59, 60, 61]. Da Patienten, die keine Stressulkusprophylaxe erhielten, die niedrigste Pneumonierate aufwiesen, ist Zurückhaltung bei der Stressulkusprophylaxe zu diskutieren [39, 62].

- Eine spezifische Art der Stressulkusprophylaxe kann nicht empfohlen werden (III);
- wenn vertretbar, sollte ganz auf eine Stressulkusprophylaxe verzichtet werden (II).

## 2 Prävention der beatmungsassoziierten Pneumonie

### 2.1 Basismaßnahmen

Die hygienische Händedesinfektion ist nach wie vor die wichtigste Präventivmaßnahme zur Verhütung von Beatmungspneumonien (siehe 1).

### 2.2 Intubation

#### 2.2.1 Auswahl des Endotrachealtubus

Die meisten derzeit im Handel erhältlichen Trachealtuben bieten nicht die Möglichkeit einer subglottischen Sekretabsaugung oberhalb des Cuffs, obwohl der Mikroaspiration von kontaminiertem subglottischem Sekret eine wesentliche Rolle für die Pathogenese der Beatmungspneumonie zugeschrieben wird [63, 64, 65]. In einer Studie konnte durch kontinuierliche subglottische Sekretabsaugung eine signifikante Reduktion der frühzeitig erworbenen Beatmungspneumonien durch Pneumokokken und *Hämophilus influenzae* erzielt werden [66]. Im Gegenzug nahmen die Pneumonien mit *Pseudomonas aeruginosa* und *Enterobacteriaceae* [39, 67] zu, so dass die Letalität unverändert blieb.

► Eine Empfehlung für oder gegen die Verwendung eines Trachealtubus mit Möglichkeit zur subglottischen Sekretabsaugung kann nicht gegeben werden (III).

#### 2.2.2 Intubationsvorgang

siehe 1.

#### 2.2.3 Intubationsweg

Üblicherweise wird zunächst der orale Zugangsweg gewählt; um die Irritation der Patienten durch den Tubus gering zu halten. Später wird jedoch häufig auf nasalem Weg umintubiert. Im Fall der Langzeitbeatmung kommt oft die Tracheotomie zur Anwendung. Die Zeitdauer der nasalen Intubation korreliert mit der Häufigkeit der Sinusitis maxillaris [68]. Die am häufigsten aus dem Sinus maxillaris isolierten Erreger wie *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. und *Staphylococcus aureus* sind gleichzeitig die maßgeblichen Verursacher der Beatmungspneumonie [39]. Bei oral intubierten, langzeitbeatmeten Patienten

wurde in einer Studie eine Reduktion der Pneumonierate nachgewiesen; doch fehlt bisher eine Bestätigung dieser Ergebnisse durch weitere Untersuchungen [40, 69, 70].

- Wenn klinisch-anästhesiologische Gründe nicht dagegen sprechen, ist die orale Intubation zu bevorzugen, auch wenn der präventive Effekt dieser Maßnahme für die Beatmungspneumonie bisher noch nicht eindeutig belegt ist (II);
- die Tracheotomie und das Auswechseln der Trachealkanüle muss unter aseptischen Bedingungen erfolgen. Es sind desinfizierte oder sterile Trachealkanülen zu verwenden. (I B).

## 3 Beatmungszubehör

### 3.1 BeatmungsfILTER

In einer kürzlich veröffentlichten Studie konnte die Rate der Beatmungspneumonien durch Verwendung von HME-Filtern im Vergleich zu konventionellen Atemgasbefeuchtungssystemen gesenkt werden [71]. Die Anzahl der Beatmungspneumonien wurde jedoch nicht wie üblich auf die Beatmungsdauer bezogen (beatmungsabhängige Inzidenzdichte), und es fehlen Angaben zur Charakterisierung der endogenen Risikofaktoren in beiden Gruppen; die Wirksamkeit von Beatmungsfiltern (HME-Filter, Bakterienfilter) zur Prävention der Beatmungspneumonie ist also nicht eindeutig belegt [48, 72, 73, 74]. Das Wechselintervall von Beatmungsschläuchen (siehe unten) kann durch die Anwendung von Beatmungsfiltern nicht verlängert werden [75, 76, 77]. Beatmungsfilter sind jedoch geeignet, die Bildung von Kondenswasser in den Beatmungsschläuchen und damit das Risiko der Aspiration von kontaminiertem Kondenswasser zu minimieren.

- Eine Empfehlung für oder gegen die Verwendung von Beatmungsfiltern kann nicht gegeben werden (III).

### 3.2 Beatmungsschläuche

Beheizte Beatmungsschläuche verhindern weitgehend die Bildung von Kondenswasser, das häufig mit Keimen in hoher Zahl kontaminiert ist, und die damit verbundene Gefahr einer Kondenswasseraspiration. Bisher gibt es jedoch keine Studien, die zeigen, dass durch den

Einsatz von beheizten Beatmungsschläuchen die Pneumonierate gesenkt werden kann.

Ein täglicher Wechsel der Beatmungsschläuche im Vergleich zu einem zweitägigen Wechselintervall ist mit einer höheren Pneumonierate verbunden, so dass in der Vergangenheit ein Wechsel frühestens nach 48 Stunden empfohlen wurde [40, 78]. Weitere Untersuchungen konnten zeigen, dass die Pneumonierate nicht ansteigt, wenn der Wechsel der Schläuche erst nach sieben Tagen vorgenommen wird [75, 76, 77, 79, 80, 81]. Hinsichtlich einer Verlängerung des Wechselintervalls über sieben Tage hinaus bedarf es weiterer Untersuchungen.

- Der Einsatz von beheizten Beatmungsschläuchen ist nicht obligat (III);
- Kondenswasser sollte regelmäßig aus den Schläuchen und Wasserfallen entfernt werden; auf das Tragen von Einmalhandschuhen und strikte Händehygiene ist zu achten (IB/IV);
- eine Verlängerung des Wechselintervalls von Beatmungsschläuchen und Kaskadenbefeuchtern von 48 Stunden auf sieben Tage ist auch ohne Einsatz von Beatmungsfiltern möglich (I B).

### 3.3 Absaugsysteme

Zum Absaugen von endotrachealem Sekret existieren das sogenannte geschlossene Verfahren mit einem wiederverwendbaren Absaugkatheter, der in das Beatmungssystem integriert wird, und das konventionelle offene Absaugverfahren mit sterilen Einwegkathetern. Eine Überlegenheit eines der beiden Verfahren hinsichtlich der Pneumonieprävention konnte bisher nicht gezeigt werden [40]. Hinsichtlich der maximalen Verwendungsdauer eines geschlossenen Absaugsystems liegt bisher eine Studie vor; diese erbrachte bei Verzicht auf einen routinemäßigen Wechsel des geschlossenen Absaugsystems keinen Anstieg der Pneumonierate [82].

- Hygienische Händedesinfektion und das Tragen von keimarmen Handschuhen (siehe 1) sind bei beiden Verfahren zu beachten (I A);
- bei Verwendung eines geschlossenen Systems kann der Absaugvorgang mehrfach mit dem selben Katheter wiederholt werden (I A);

- zur Entfernung von Sekret muss ausschließlich sterile Spüllösung verwendet werden (I A);
- Empfehlungen für eine maximale Verwendungsdauer der Systeme können anhand der vorliegenden Daten nicht gegeben werden;
- bei Anwendung des offenen Absaugverfahrens sind sterile Einmalkatheter zu verwenden (I B);
- das Absaugsystem ist nach Gebrauch mit Leitungswasser durchzuspülen (I B); falls innerhalb eines Absaugvorgangs der Absaugkatheter wiederholt in den Tubus eingeführt werden soll, muss die Spülung mit sterilem Wasser erfolgen;
- um eine Umgebungskontamination durch das Ansatzstück des Absaugschlauches zu vermeiden, ist dieser in senkrechter Position aufzuhängen (I B);
- tägliche thermische Desinfektion von Absaugschlauch und Sekretauffangbehälter (II);
- der Absaugschlauch und der Sekretauffangbehälter sind patientbezogen zu verwenden (I B).

### 3.4 Medikamentenvernebler

Zur Inhalationsbehandlung werden beim beatmeten Patienten Medikamentenvernebler in den Inspirationsschenkel des Beatmungssystems eingesetzt; dabei besteht das Risiko einer Kontamination mit Bakterien, die sich rasch in evtl. in den Beatmungsschläuchen stehendem Kondenswasser vermehren. Bei der Verneblung können dann Aerosole mit hoher Keimdichte direkt in die tiefen Atemwege gelangen [40, 83, 84].

- Vor dem Befüllen des Verneblers ist das Kondenswasser aus den Beatmungsschläuchen zu entfernen (I A / IV);
- eine hygienische Händedesinfektion und das Tragen von Einmalhandschuhen sind erforderlich (I A);
- eine hygienische Händedesinfektion ist vor Einfüllen von Medikamenten in den Vernebler durchzuführen (I A);
- Medikamente sollten aus Einzelampullen verwendet werden (II);
- nach Gebrauch der In-line-Medikamentenvernebler ist entweder eine thermische oder chemische Desinfektion vorzunehmen (I A);

- nach einer chemischen Desinfektion ist der Vernebler mit sterilem Wasser zur Beseitigung von Desinfektionsmittelrückständen auszuspülen und trocken zu lagern (I B).

### 3.5 Wiederaufbereitung von Beatmungszubehör

Zwischen dem Gebrauch bei verschiedenen Patienten ist das Beatmungszubehör wieder aufzubereiten [40].

- Zur Wiederaufbereitung sind alle Gegenstände vor Desinfektion gründlich zu reinigen (I A). Sofern von den zu reinigenden Gegenständen eine Verletzungsgefahr ausgeht, ist vor der mechanischen Reinigung eine Vordesinfektion angezeigt (IV);
- Gegenstände, die direkt oder indirekt mit den Schleimhäuten des Respirationstrakts in Berührung kommen, sind zu desinfizieren (I B);
- thermische Desinfektionsverfahren sind zu bevorzugen (IB);
- nach chemischer Desinfektion muss mit sterilem Wasser zur Beseitigung von Desinfektionsmittelrückständen nachgespült werden (I B);
- die Lagerung der desinfizierten Gegenstände muss trocken erfolgen (I B).

### 4 Lagerung des Patienten

Durch Oberkörperhochlagerung um 30 bis 45° kann einer Aspiration von Mageninhalt entgegengewirkt und damit eine Reduktion der Pneumonierate erzielt werden [85, 86, 87]. Die Bedeutung des gastropulmonalen Refluxes für die Pathogenese der Beatmungspneumonie ist jedoch nicht eindeutig geklärt [59, 60, 61].

Ein positiver Effekt auf die Inzidenz pulmonaler Komplikationen inklusive tiefer Atemwegsinfektionen konnte in zwei Studien durch den Einsatz kinetischer Betten bei schwerkranken Patienten erzielt werden [88, 89].

- Die Hochlagerung des Oberkörpers um 30 bis 45° ist zu empfehlen, wenn keine Kontraindikationen bestehen (I B);
- der routinemäßige Einsatz kinetischer Betten ist nicht erforderlich; kann jedoch bei schwerstkranken oder polytraumatisierten Patienten sinnvoll sein (III).

## 5 Ernährung

Unter enteraler Ernährung über eine Jejunostomie wurde in einer Studie eine niedrigere Sepsis- und Pneumonierate gefunden als unter totaler parenteraler Ernährung [90]. Das distale Ende von Ernährungs sonden wird üblicherweise im Magen plaziert. In einer Studie wurde versucht, durch eine Plazierung der Sonden im Jejunum die Pneumonierate zu reduzieren [91]. Eine Beeinflussung der Pneumonierate durch kontinuierliche oder intermittierende Zufuhr der Nahrung konnte bislang nicht gezeigt werden [40, 92]. Bei der Applikation der Sondennahrung gelten die in Teil 1 erläuterten Grundsätze.

- Es ist möglichst frühzeitig die enterale Ernährung anzustreben (II);
- die vorliegenden Daten genügen nicht, um die Plazierung von Ernährungs sonden distal des Pylorus zu fordern (III);
- hinsichtlich Applikation der Sondennahrung siehe Teil 1 (1.4.3).

## 6 Stressulkusprophylaxe

Eine Kolonisierung des Oropharynx mit Enterobacteriaceae wird häufig gefunden [52, 65, 93]; diese sollen in vielen Fällen aus dem Gastrointestinaltrakt stammen. Bakteriell Wachstum im Magen wird in Folge der Gabe von H<sub>2</sub>-Blockern oder Antazida durch einen Anstieg des pH-Werts im Magensaft über 4,0 begünstigt [51, 52, 53]. Bei pH-Werten unter 3,4 bzw. einer Stressulkusprophylaxe mit Sucralfat fand sich in zwei Studien eine deutliche Reduktion der Inzidenz der Beatmungspneumonie [52, 53]. Die ätiologische Bedeutung der endogenen, gastropulmonalen Erregerübertragung für die Pathogenese der Beatmungspneumonie ist jedoch umstritten [39, 40, 50].

Obwohl Hinweise für eine bakterio-statische Wirkung von Sucralfat bestehen [54, 55, 56, 57] ergab eine umfassende Metaanalyse zu diesem Thema lediglich eine tendenzielle Reduktion der Pneumonierate unter Sucralfat verglichen mit H<sub>2</sub>-Blockern oder Antazida [94]. In einer aktuellen Studie konnte ebenfalls unter Sucralfat keine Reduktion der Pneumonierate, jedoch ein höheres Blutungsrisiko als unter H<sub>2</sub>-Blockern, gezeigt werden [58].

Es gelten die Empfehlungen aus Teil 1 (1.4.4).

## 7 Selektive Darm- Dekontamination (SDD)

Die Metaanalyse der Cochrane Collaboration von 1997 ergab eine signifikante Reduktion der Pneumonierate und der Letalität unter SDD mit einer Kombination aus topisch und systemisch applizierten Antibiotika [95]. In dieser Metaanalyse fand sich trotz erfolgreicher Anwendung an einzelnen Patientenkollektiven [96] kein Einfluss auf die Mortalität durch rein topische Antibiotikaapplikation. Ein potentielles Problem der SDD ist in der Resistenzentwicklung von Bakterien des Darmtrakts zu sehen [97]. In den CDC-Guidelines zur Prävention nosokomialer Pneumonien wird der Einsatz der SDD nicht empfohlen [40]. Nach umfassender Prüfung der zur Verfügung stehenden Metaanalysen [98, 99, 100] lässt sich derzeit keine Empfehlung für die routinemäßige Anwendung von SDD ableiten [101].

Der Routineeinsatz von SDD wird derzeit nicht empfohlen (III; CDC).

Die Empfehlung wurde im Auftrag der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut bearbeitet von: K. Unertl, Leiter der Arbeitsgruppe (Tübingen) und A. Heininger, (Tübingen); vom RKI: G. Unger.

## Literatur

1. American Thoracic Society (1995) **Hospital-acquired pneumonia in adults: diagnosis, assessment of severity, initial antimicrobial therapy, and preventive strategies.** Am J Respir Crit Care Med 153: 1711–1725
2. Louie M, Dyck B, Parker S, Sekla L, Nocolle LE (1991) **Nosocomial pneumonia in a Canadian tertiary care center: a prospective surveillance.** Infect Control Hosp Epidemiol 12: 356–363
3. Yaffe MB, Fink MP (1997) **Hospital-acquired pneumonia in the postoperative setting.** Sem Respir Crit Care Med 18: 121–132
4. Gastmeier P, Kampf G, Wischniewski N, Hauer T, Schulgen G, Schumacher M, Daschner F, Rüden H (1998) **Prevalence of nosocomial infections in representatively selected German hospitals.** J Hosp Infect 38: 37–49
5. Gastmeier P, Geffers C, Koch J, Sohr D, Nassauer A, Daschner F, Rüden H (1999) **Surveillance nosokomialer Infektionen: Das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS):** J Lab Med 23: 173–178
6. Cunnion KM, Weber DJ, Broadhead E, Hanson LC, Pieper CF, Rutala WA (1996) **Risk factors for nosocomial pneumonia: comparing adult critical-care populations.** Am J Respir Crit Care Med 153: 158–162
7. Donowitz LG, Wenzel RP, Hoyt JW (1982) **High risk of hospital-acquired infection in the ICU patient.** Crit Care Med 10: 355–357
8. Bryan CS, Reynolds KL (1984) **Bacteremic nosocomial pneumonia.** Am Rev Respir Dis 129: 668–671
9. Craven DE, Kunches LM, Lichtenberg DA, Kollich NR, Barry MA, Heeren TC, McCabe WR (1988) **Nosocomial infection and fatality in medical and surgical intensive care unit patients.** Arch Intern Med 148: 1161–1168
10. Salemi C, Morgan JW, Kelleghan SI, Hiebert-Crape B (1993) **Severity of illness classification for infection control departments: a study in nosocomial pneumonia.** Am J Infect Control 21: 117–126
11. Kappstein I, Schulgen G, Richtmann R, Farthmann E, Schlosser V, Geiger K, Just H, Schumacher M, Daschner F (1991) **Prospektive Untersuchung zur Verlängerung der Krankenhausverweildauer durch nosokomiale Pneumonie und Wundinfektion in einem Universitätsklinikum.** Deutsche Medizinische Wochenschrift 116: 281–287
12. Fagon JY, Chastre J, Hance A, Montravers P, Novara A, Gibert C (1993) **Nosocomial pneumonia in ventilated patients: a cohort study evaluating attributable mortality.** Am J Med 94: 281–288
13. Leu HS, Kaiser DL, Mori M, Woolson RF, Wenzel RP (1989) **Hospital-acquired pneumonia; attributable mortality and morbidity.** Am J Epidemiol 129: 1258–1267
14. Gross JS, Neufeld RR, Libow LS, Gerber I, Rodstein M (1988) **Autopsy study of the elderly institutionalized patient.** Arch Intern Med 148: 173–176
15. Konrad F, Wiedeck H, Kilian J, Deller A (1991) **Risikofaktoren nosokomialer Pneumonien bei Intensivpatienten.** Anaesthesist 40: 483–490
16. Emori TG, Gaynes RP (1993) **An overview of nosocomial infections including the role of the microbiology laboratory.** Clin Microbiol Rev 6: 428–442
17. Langer M, Mosconi P, Cigada M, Mandelli M (1989) **Long term respiratory support and risk of pneumonia in critically ill patients.** Am Rev Respir Dis 140: 302–305
18. Haley RW, Culver DH, White JW, Morgan WW, Emori TG, Munn VP, Hooton TM (1985) **The efficacy of infection surveillance and control programs in preventing nosocomial infections in US hospitals.** American Journal of Epidemiology 121: 182–205
19. Haley RW (eds) (1986) **Managing hospital control for cost-effectiveness. A strategy for reducing infectious complications.** AHA Chicago, 1–91
20. Horan TC, White JW, Jarvis WR, Emori TG, Culver DH, Munn VP, Thornsberry C, Olson DR; Hughes JM (1986) **Nosocomial infection surveillance 1984.** MMWR 35 (1ss): 17–29
21. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) Report, Data Summary from October 1986–April 1996, Issued May 1996. Am J Infect Control 24: 380–388
22. Kappstein I (1997) **Standard-Hygienemaßnahmen.** In: Daschner F (ed) Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz, second edn. Springer, Berlin Heidelberg NewYork, S 393–428
23. Lacour M, Gastmeier P, Rüden H, Daschner F (1998) **Prävention der nosokomialen Pneumonie.** Empfehlungen des Nationalen Referenzzentrums (NRZ) für Krankenhaushygiene. 1. Prävention der Beatmungspneumonie. Intensivmed 35: 87–94
24. George DL (1996) **Nosocomial pneumonia.** In: Mayhall GC (ed) Hospital epidemiology and infection control, first edn. Williams and Wilkins, Baltimore, pp 175–195
25. Calligaro KD; Azurin DJ, Dougherty MJ, Dandora R, Bajgier SM, Simper S, Savarese RP, Raviola CA, DeLaurentis DA (1993) **Pulmonary risk factors of elective abdominal aortic surgery.** J Vasc Surg 18: 914–921
26. Celis R, Torres A, Gatell JM, Almena M, Rodriguez-Roisin R, Augusti-Vidal A (1988) **Nosocomial pneumonia: a multivariate analysis of risk and prognosis.** Chest 93: 318–324
27. Garibaldi RA, Britt MR, Coleman ML, Reading JC, Pace NL (1981) **Risk factors for postoperative pneumonia.** Am J Med 70: 677–680
28. Gomez J, Esquinas A, Agudo MD, Sanchez JM, Nunez ML, Banos V, Canteros M, Valdes M (1995) **Retrospective analysis of risk factors and prognosis in non-ventilated patients with nosocomial pneumonia.** Eur J Clin Microbiol Infect Dis 14: 176–181

## Empfehlungen

29. Hooton TM, Haley RW, Culver DH, White JW, Morgan WM, Carroll RC (1981) **The joint association of multiple risk factors with the occurrence of nosocomial infection.** Am J Med 70: 960–970
30. Salata RA, Ellner JJ (1988) **Bacterial colonization of the tracheobronchial tree.** Clin Chest Med 9 (4): 623–633
31. Britt MR, Schlepner CJ, Marsumiya S (1978) **Severity of underlying disease as a predictor of nosocomial infection: utility in the control of nosocomial infection.** JAMA 239: 1047–1051
32. Cross AS, Roup B (1981) **Role of respiratory assistance devices in endemic nosocomial pneumonia.** Am J Med 70: 681–685
33. Gorse GJ, Messner RL, Stephens ND (1989) **Association of malnutrition with nosocomial infection.** Infect Control Hosp Epidemiol 10: 194–203
34. Hanson LC, Weber DJ, Rutala WA, Samsa GP (1992) **Risk factors for nosocomial pneumonia in the elderly.** Am J Med 92: 161–166
35. Windsor JA, Hill GL (1988) **Risk factors for postoperative pneumonia: the importance of protein depletion.** Ann Surg 208: 209–214
36. Gorensk MJ, Stewart RW, Keys Tf, Mehta AC, McHenry MC, Goormastic M (1988) **A multivariate analysis of risk factors for pneumonia following cardiac transplantation.** Transplantation 46: 860–865
37. Pierce AK, Edmondson EB, McGee, Ketchersid J, Loudon RG, Sanford JP (1966) **An analysis of factors predisposing to gram-negative bacillary necrotizing pneumonia.** Am J Rev Respir Dis 94: 309–315
38. Harkness GA, Bentley DW, Roghmann KJ (1990) **Risk factors for nosocomial pneumonia in the elderly.** Am J Med 89: 457–463
39. Craven DE, Steger KA, Flemming CA (1997) **Preventing hospital-acquired pneumonia: current concepts and strategies.** Sem Respir Crit Care Med 18: 185–200
40. Tablan OC, Anderson LJ, Arden NH, Breiman RF, Butler JC, McNeil MM and the Hospital Infection Control Practices Advisory Committee (1994) **Guideline for prevention of nosocomial pneumonia.** Part I. Issues on prevention of nosocomial pneumonia. Infect Control 15: 588–627
41. Dellinger PE (1991) **Antibiotic prophylaxis in trauma: penetrating abdominal injuries and open fractures.** Rev Infect Dis 13 (Suppl 19): 847–857
42. Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene, Sektion Infektionskontrolle und Antibiotika (1994) **Perioperative Antibiotikaphylaxe.** Hyg Med 19: 213–222
43. DeRiso AJ, Ladowski JS, Dillon TA, Justice JW, Peterson AC (1996) **Chlorhexidine gluconate 0,12% oral rinse reduces the incidence of total nosocomial respiratory infection and nonprophylactic systemic antibiotic use in patients undergoing heart surgery.** Chest 109: 1556–1561
44. Grote J, Vanoli C, Bühler M, Grehn M, Ruef C (1995) **Bacterial contamination of the ventilator circuit of anaesthesia apparatus during rebreathing.** Hyg Med 20: 67–73
45. Heeg P, Daschner F (1986) **Bakteriologische Untersuchungen an benützten Narkosegeräten.** Hyg Med 11: 470–472
46. Ibrahim JJ, Perceval AK (1992) **Contamination of anaesthesia tubing – a real hazard?** Anaesth Intens Care 20: 317–321
47. Tabel H, Wurche T, Martiny H, Kegel H, Rüden H (1986) **Mikrobiologische Untersuchungen an Beatmungs- und Narkosegeräten.** Hyg Med 11: 352
48. Lacour M, Scherrer M, Dettenkofer M, Daschner F (1997) **Filter bei Beatmungstherapie und Inhalationsnarkose?** Hygienische und ökonomische Gesichtspunkte bei der Verwendung von Bakterienfiltern. Intensivmed 34: 153–158
49. Kampf G, Gastmeier P, Wischniewski N, Schlingmann J, Schumacher M, Daschner F, Rüden H (1998) **Analysis of risk factors for nosocomial infections – results from the first national prevalence survey in Germany (NI-DEP study, part 1).** J Hosp Infect 37: 103–112
50. Gudmundsson G, Hornick DB (1997) **Pathophysiology of hospital-acquired pneumonia.** Sem Respir Crit Care Med 18: 99–110
51. Bergmans D, Bonten M, Gaillard C, van Tiel F, van der Geest S, Stobberingh E (1994) **In vitro antibacterial activity of sucralfate.** Eur J Clin Microbiol Infect Dis 13: 615–620
52. Daschner F, Reuschenbach K, Pfisterer J, Kappstein I, Vogel W, Krieg N, Just H (1987) **Der Einfluß von Stressulcusprophylaxe auf die Häufigkeit einer Beatmungspneumonie.** Anaesthetist 36: 9–18
53. Kappstein I, Schulgen G, Friedrich T, Hellinger P, Benzing A, Geiger K, Daschner F (1991) **Incidence of pneumonia in mechanically ventilated patients treated with sucralfate or cimetidine as prophylaxis for stress bleeding: bacterial colonization of the stomach.** Am J Med 91 (Suppl 2A): 125–131
54. Cook DJ, Laine LA, Guyatt GH, Raffin TA (1991) **Nosocomial pneumonia and the role of gastric pH: a meta-analysis.** Chest 100: 7–13
55. Daschner F, Kappstein I, Engels I (1987) **Antibakterielle Aktivität von Sucralfat in künstlichem Magensaft.** Intensivmed 24: 163–166
56. Daschner F, Kappstein I, Engels I, Reuschenbach K, Pfisterer J, Krieg N, Vogel W (1988) **Stress ulcer prophylaxis and ventilation pneumonia: prevention by antibacterial cytoprotective agents?** Infect Control Hosp Epidemiol 9: 59–65
57. Tryba M (1991) **The gastropulmonary route of infection: Fact or fiction?** Am J Med 91 (Suppl 2A): 135–145
58. Cook DJ, Guyatt G, Marshall J, Leasa D, Fuller H, Hall R, Peters S, Rutledge F, Griffith L, McLellan A, Wood G, Kirby A (1998) **A comparison of sucralfate and ranitidine for the prevention of upper gastrointestinal bleeding in patients requiring mechanical ventilation.** N Engl J Med 338: 791–797
59. Bonten MJM, Bergmans DCJJ, Ambergen AW, deLeeuw PW, van der Geest S, Stobberingh EE, Gaillard CA (1996) **Risk factors for pneumonia, and colonization of respiratory tract and stomach in mechanically ventilated ICU patients.** Am J Respir Crit Care Med 154: 1339–1346
60. Bonten MJM, Gaillard CA, deLeeuw PW, Stobberingh EE (1997) **Role of colonization of the upper intestinal tract in the pathogenesis of ventilator-associated pneumonia.** Clin Infect Dis 24: 309–319
61. Bonten MJM, Gaillard CA, van der Geest, Van Tiel FH, Beysens AJ, Smeets GW, Stobberingh EE (1995) **The role of intragastric acidity and stress ulcer prophylaxis on colonization and infection in mechanically ventilated ICU patients.** Am J Respir Crit Care Med 153: 1825–1834
62. Cook DJ (1997) **Prevention of stress ulcers and ventilator-associated pneumonia: examining the evidence.** Sem Respir Crit Care Med 18: 91–95
63. Johanson WJ, Pierce AK, Sanford J, Thomas GD (1972) **Nosocomial respiratory infections with gram-negative bacilli: the significance of colonization of the respiratory tract.** Ann Intern Med 77: 701–706
64. Mahul PH, Auboyer C, Jospe R et al (1992) **Prevention of nosocomial pneumonia in intubated patients: Respective role of mechanical subglottic secretion drainage and stress ulcer prophylaxis.** Intensive Care Med 18: 20–25
65. Torres A, El-Ebiary M, Gonzalez J et al (1993) **Gastric and pharyngeal flora in nosocomial pneumonia acquired during mechanical ventilation.** Am Rev Respir Dis 148: 352–357
66. Valles J, Artigas A, Rello J, Bonsoms N, Fontanals D, Blanch L, Fernandez R, Baigorri F (1995) **Continuous aspiration of subglottic secretions in preventing ventilator-associated pneumonia.** Ann Intern Med 122: 179–186
67. Craven DE, Driks MR (1987) **Pneumonia in the intubated patient.** Semin Respir Infect 2: 20–33
68. Rouby J, Laurent P, Gosnach M et al (1994) **Risk factors and clinical relevance of nosocomial maxillary sinusitis in the critically ill.** Am J Respir Crit Care Med 150: 776–783
69. Cook DJ, DeJonghe B, Brochard L, Brun-Buisson C (1998) **Influence of airway management on ventilator-associated pneumonia.** JAMA 279 (10): 781–787
70. Holzapfel L, Chevert S, Madinier G, Ohen F, Demingon G, Coupury A, Chandet M (1993) **Influence of long-term oro- or nasotracheal intubation on nosocomial maxillary sinusitis and pneumonia: Results of a prospective randomized clinical trial.** Crit Care Med 21: 1132–1138
71. Kirton O, DeHaven B, Morgan J, Morejon O, Civetta J (1997) **Rates of nosocomial pneumonia associated with HME/bacterial filter and heated wire humidifiers: a prospective, randomised trial.** Intensive Care Med 6–12

72. Dreyfuss D, Djedaini K, Gros J, Mier L, Le Bourdelles G, Cohen Y, Estagnasie P, Coste F, Bousougant Y (1995) **Mechanical ventilation with heat humidifiers or heat and moisture exchangers: effect on patients colonization and incidence of nosocomial pneumonia.** *Am J Respir Care Med* 151: 986–992
73. Hübner J, Habel H, Rauber G, Kappstein I, Just H, Daschner F (1987) **Klinische und experimentelle Untersuchung zum Einfluß der „künstlichen Nasen“ (Siemens Servo 150) und konventioneller Atemgasbefeuchtung auf die Häufigkeit der Beatmungspneumonie.** *Intensivmed* 24: 386–389
74. Roustan JP, Kienlen J, Aubas P, Aubas S, Du Cailar J (1992) **Comparison of hydrophobic heat and moisture exchangers with heated humidifier during prolonged mechanical ventilation.** *Intensive Care Med* 18: 97–100
75. Hess D, Burns E, Romagnoli D, Kacmarek RM (1995) **Weekly ventilator circuit changes.** *Anesthesiology* 82: 903–911
76. Kollef MH, Shapiro SD, Fraser VJ, Silver P, Murphy DM, Trovillion E, Hearn ML, Richards RD, Cracchiolo L, Hossin L (1995) **Mechanical ventilation with or without 7-day circuit changes.** *Ann Intern Med* 123: 168–174
77. Long MN, Wickstrom G, Grimes A, Beneton CF, Belcher B, Stamm AM (1996) **Prospective randomized study of ventilator-associated pneumonia in patients with one versus three ventilator circuit changes per week.** *Infect Control Hosp Epidemiol* 17: 14–19
78. Craven DE, Kunches LM, Kilinsky V, Lichtenberg DA, Make BJ, McCabe WR (1986) **Risk factors for pneumonia and fatality in patients receiving continuous mechanical ventilation.** *Am Rev Respir Dis* 133: 792–796
79. Fink JB, Krause SA, Barrett L, Schaaff D, Alex CG (1998) **Extending ventilator circuit change interval beyond two days reduces the likelihood of ventilator-associated pneumonia.** *Chest* 113: 405–411
80. Gastmeier P, Wendt C, Rüden H (1997) **Beatmungssystemwechsel in der Intensivtherapie: Einmal täglich oder einmal wöchentlich?** *Anaesthesist* 46: 343–348
81. Stamm AM (1998) **Ventilator-associated pneumonia and frequency of circuit changes.** *Am J Infect Control* 26: 71–73
82. Kollef MH, Prentice D, Shapiro SD, Fraser VJ, Silver P, Trovillion E, Weilitz P, VonHarz B, StJohn R (1997) **Mechanical ventilation with or without daily changes of in-line suction catheters.** *Am J Respir Crit Care Med* 156: 466–472
83. Craven DE, Goularte TA, Make BJ (1984) **Contaminated condensate in mechanical ventilator circuits.** *Am Rev Respir Dis* 129: 625–628
84. Craven DE, Steger KA (1995) **Epidemiology of nosocomial pneumonia: New concepts on an old disease.** *Chest* 108: 1–16
85. Kollef MH (1993) **Ventilator-associated pneumonia: a multivariate analysis.** *JAMA* 270: 1965–1970
86. Torres A, Serra-Batlles, Ros E et al (1992) **Pulmonary aspiration of gastric contents in patients receiving mechanical ventilation: the effect of body position.** *Ann Intern Med* 116: 540–543
87. Treloar DM, Stechmiller J (1984) **Pulmonary aspiration in tube-fed patients with artificial airways.** *Heart and Lung* 13 (6): 667–671
88. Fink MP, Helmsmoertel CM, Stein KL, Lee PC, Cohn SM (1990) **The efficacy of an oscillating bed in the prevention of lower respiratory tract infection in critically ill victims of blunt trauma: A prospective study.** *Chest* 97: 132–127
89. Gentilello L, Thompson DA, Tonneson AS, Hernandez D, Kapadia AS, Allen SJ, Houtchens BA, Miner ME (1988) **Effect of a rotating bed on the incidence of pulmonary complications in critically ill patients.** *Crit Care Med* 16: 783–786
90. Moore FA, Moore EE, Jones TN, McCroskey BJ, Peterson VM (1989) **TEN versus TPN following major abdominal trauma: reduced septic mortality.** *J Trauma* 29: 916–923
91. Montecalvo MA, Korsberg TZ, Farber HW et al (1992) **Nosocomial pneumonia and nutritional status of critical care patients randomized to gastric versus jejunal tube feedings.** *Crit Care Med* 20: 1377–1387
92. Bonten MJM, Gaillard CA, van der Hulst R de Leeuw PW, van der Geest S, Stobberingh EE, Soeters PB (1996) **Intermittent enteral feeding: the influence on respiratory and digestive tract colonization in mechanically ventilated intensive-care-unit patients.** *Am J Respir Crit Care Med* 154: 394–399
93. DuMoulin GC, Paterson DG, Hedley-Whyte J, Lisbon A (1982) **Aspiration of gastric bacteria in antacid-treated patients: a frequent cause of postoperative colonization of the airway.** *Lancet* 1 (8266): 242–245
94. Cook DJ, Reeve BK, Guyatt GH, Heyland DK, Griffith LE, Backingham L, Tryba M (1996) **Stress ulcer prophylaxis in critically ill patients: Resolving discordant metaanalyses.** *JAMA* 275 (4): 308–314
95. Liberati A, Damico R, Pifferi S, Leonetti C, Torri V, Brazzi L, Tinazzi A (1997) **Antibiotic prophylaxis in adult patients treated in Intensive Care Units.** *The Cochrane Library* 3: 1–16
96. Lenhart FP, Unertl K, Neeser G, Ruckdeschel G, Eckart J, Peter K (1994) **Selective Decontamination (SDD) and sucralfate for prevention of acquired infections in intensive care.** *Poster, ICAAC, Wien 1994*
97. Daschner F (1992) **Emergence of resistance during selective decontamination of the digestive tract.** *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 11: 1–3
98. Ferrer M, Torres A, Gonzalez J, Puig de la Bellasca J, el-Ebiary M, Roca M, Gatell JM, Rodriguez-Roisin R (1994) **Utility of selective digestive decontamination in mechanically ventilated patients.** *Ann Intern Med* 120: 389–395
99. Gastinne H, Wolff M, Delatour F, Faurisson F, Chevret S (1992) **A controlled trial in intensive care units of selective decontamination of the digestive tract with nonabsorbable antibiotics.** *N Engl J Med* 326: 594–599
100. SDD Trialists' Collaborative Group (1993) **Meta-analysis of randomized controlled trials of selective decontamination of the digestive tract.** *BMJ* 307: 525–532
101. Brockmann S, Daschner F (1997) **Beurteilung der Metaanalysen zur „Selektive Darm Dekontamination“ (SDD)** Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene der Universitätsklinik Freiburg (persönliche Mitteilung)